Fisher Bioblock Scientific
Parc d'innovation - BP 50111 - F67403 illkirch cedex

France
tél 03 88 67 14 14
fax 03 88 67 11 68
email infos@bioblock.fr
www.bioblock.com

Belgique / België
tél 056 260 260
fax 056 260 270
email belgium@bioblock.com
www.be.fishersci.com

Fiche Technique N° TD9805M Version F
Date de parution : 25 Février 1999

MANUEL D'INSTRUCTIONS

POUR DFC26/36/46

DEBITMETRES REGULATEURS TOTALISATEURS MASSIQUES

TABLE DES MATIERES

(a) DEBALLAGE DU REGULATEUR TOTALISEUR MASSIQUE DFC 2
a.1 Vérifier l'emballage pour les dommages extérieurs..... 2
a.2 Déballer le régulateur totaliseur massique 2
a.3 Retour de la marchandise pour réparation..... 2

(b) INSTALLATION 2
b.1 Connexions primaires au gaz 2
b.2 Connexions électriques..... 3

(c) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 6

(d) CARACTERISTIQUES 6
d.1 Régulateurs totaliseurs massiques DFC 26/36/46..... 7
d.2 Conformité CE 8

(e) MODE D'EMPLOI.....11
e.1 Préparation et préchauffage.....11
e.2 Mesures de sortie du signal de débit 11
e.3 Etanchéité 12
e.4 Signal de consigne (DFC) 12
e.5 TTL, commande de désactivation de vanne (DFC).....12
e.6 Purge/test de vanne (DFC) 12

(f) ENTRETIEN 13
f.1 Introduction 13
f.2 Nettoyage de la conduite d'écoulement 14
f.2.1 Elément de Séparation de Flux (ESF).....14
f.2.2 Modèles DFC 26.....14
f.2.3 Modèles DFC 36/46.....14
f.2.4 Entretien de la vanne (DFC) 15

(g) PROCEDURES DE CALIBRAGE 15
g.1 Calibrage du débit 15
g.2 Calibrage des régulateurs totalisateurs massiques DFC.....16

(h) DETECTION DES PANNES.....17
h.1 Conditions courantes 17
h.2 Guide de détection des pannes 17

(i) CONVERSIONS DE CALIBRAGE POUR LES GAZ DE REFERENCE 21

ANNEXE 1 DIAGRAMMES DES COMPOSANTS.....22

ANNEXE 2 TABLEAU DES FACTEURS DE GAZ (FACTEURS "K") 24

ANNEXE 3 DESSINS DIMENSIONNELS.....28

(a) DEBALLAGE DU REGULATEUR TOTALISATEUR DE DEBIT MASSIQUE DFC

a.1 Vérifier l'emballage pour les dommages extérieurs

Le régulateur totalisateur de débit massique DFC a été soigneusement emballé dans une boîte en carton robuste, avec des matériaux pour résister aux chocs pendant le transport. Vérifier l'emballage dès réception à la recherche d'éventuels dommages extérieurs. En cas de dommage extérieur sur l'emballage, contacter immédiatement la société de transport.

a.2 Déballer le régulateur totalisateur de débit massique

Ouvrir délicatement le carton par le haut et rechercher tout signe de dommage dû au transport. Après avoir contacté le transporteur, envoyer une copie de tout rapport de dommage au distributeur ou directement à Aalborg.

Pendant le déballage de l'appareil, vérifier la présence de toutes les pièces mentionnées sur la liste du contenu. Signaler rapidement tout manque.

a.3 Retour de la marchandise pour réparation

Contacter le service après vente du distributeur, ou de Aalborg si le régulateur totalisateur de débit massique a été fourni directement, et demander un **Numéro d'Autorisation de Retour (NAR). Un appareil retourné sans NAR ne sera pas accepté.** Aalborg se réserve le droit de facturer au client le retour d'appareils sous garantie si ces appareils s'avèrent exempts de défauts garantis.

Les frais d'expédition sont à la charge du client. Les appareils de mesure dont les frais d'expédition ne sont pas payés ne seront pas acceptés.

Il est obligatoire que les appareils de mesure retournés pour réparation soient neutralisés et purgés de tout contenu dangereux, y compris les substances toxiques, bactériologiquement infectieuses, corrosives ou radioactives. Aucun travail ne sera effectué sur un appareil de mesure avant que le client n'ait fourni un CERTIFICAT DE SECURITE complété et signé. Demander un formulaire au service après-vente.

(b) INSTALLATION

b.1 Connexions primaires au gaz

Le régulateur totalisateur de débit massique DFC ne fonctionne pas avec les liquides. Seuls les gaz propres peuvent être introduits dans l'appareil. Si les gaz sont contaminés, il faut les filtrer pour éviter l'introduction de particules dans le détecteur.

⚠ Attention : ne pas utiliser les capteurs DFC pour mesurer de l'OXYGENE gazeux sans l'avoir spécialement nettoyé et préparé pour une telle application. Pour plus d'informations, contacter le distributeur ou Aalborg.

La sensibilité à l'orientation du débitmètre massique est de ± 15°. Ceci signifie que l'écoulement du flux de gaz dans le régulateur totalisateur de débit doit être à l'horizontale dans ces limites fixées. Si une orientation différente de l'appareil de mesure est nécessaire, il faut le re-calibrer en conséquence. Il est également préférable d'installer le DFC dans un environnement stable, à l'abri des variations de température brusques et fréquentes, d'une humidité élevée et des courants d'air.

Avant de connecter les tuyaux de gaz, inspecter toutes les pièces du système de tuyauterie, y compris les raccords et les viroles pour éviter la présence de poussière ou d'autres contaminants.

Respecter le sens du flux de gaz comme indiqué par la flèche sur le devant de l'appareil de mesure lors du branchement du système de gaz à mesurer.

Insérer les tubes dans les raccords par compression jusqu'à ce que les bouts des tubes de taille adéquate s'ajustent contre les épaulements des raccords. Les raccords SWAGELOK® doivent être serrés suivant les instructions du fabricant à un tour et quart. Eviter de serrer trop fort pour ne pas endommager sérieusement les Eléments de Séparation de Flux (ESF) !

Les capteurs DFC sont livrés avec des raccords par compression d'entrée et de sortie standards de 1/4" (DFC 26 et 36), ou de 3/8" (DFC 46), ou de 1/8" optionnels; ceux-ci ne doivent pas être retirés tant que l'appareil de mesure n'est pas nettoyé ou calibré pour une nouvelle gamme de débit.

L'utilisation d'un détecteur de fuites d'hélium ou d'une autre méthode équivalente permet un test de fuite approfondi pour tout le système (l'absence de fuite dans les limites spécifiées est vérifiée sur tous les DFC avant expédition. Se reporter aux caractéristiques dans ce manuel).

b.2 Connexions électriques

Les débitmètres DFC nécessitent une alimentation électrique de +15 VCC et -15 VCC pour fonctionner. De plus, un appareil de mesure à affichage, un multimètre numérique, ou un autre dispositif équivalent est nécessaire pour observer le signal du débit en mode analogique. Une entrée de référence 0-5 VCC analogique variable est nécessaire aux modèles DFC pour fonctionner en mode analogique. Les modules de commandes accessoires PROC de Aalborg représentent un moyen compact et pratique pour remplir ces conditions.

Le DFC est livré avec un connecteur "D" à 25 broches. Le diagramme des broches est présenté dans la figure b-2.

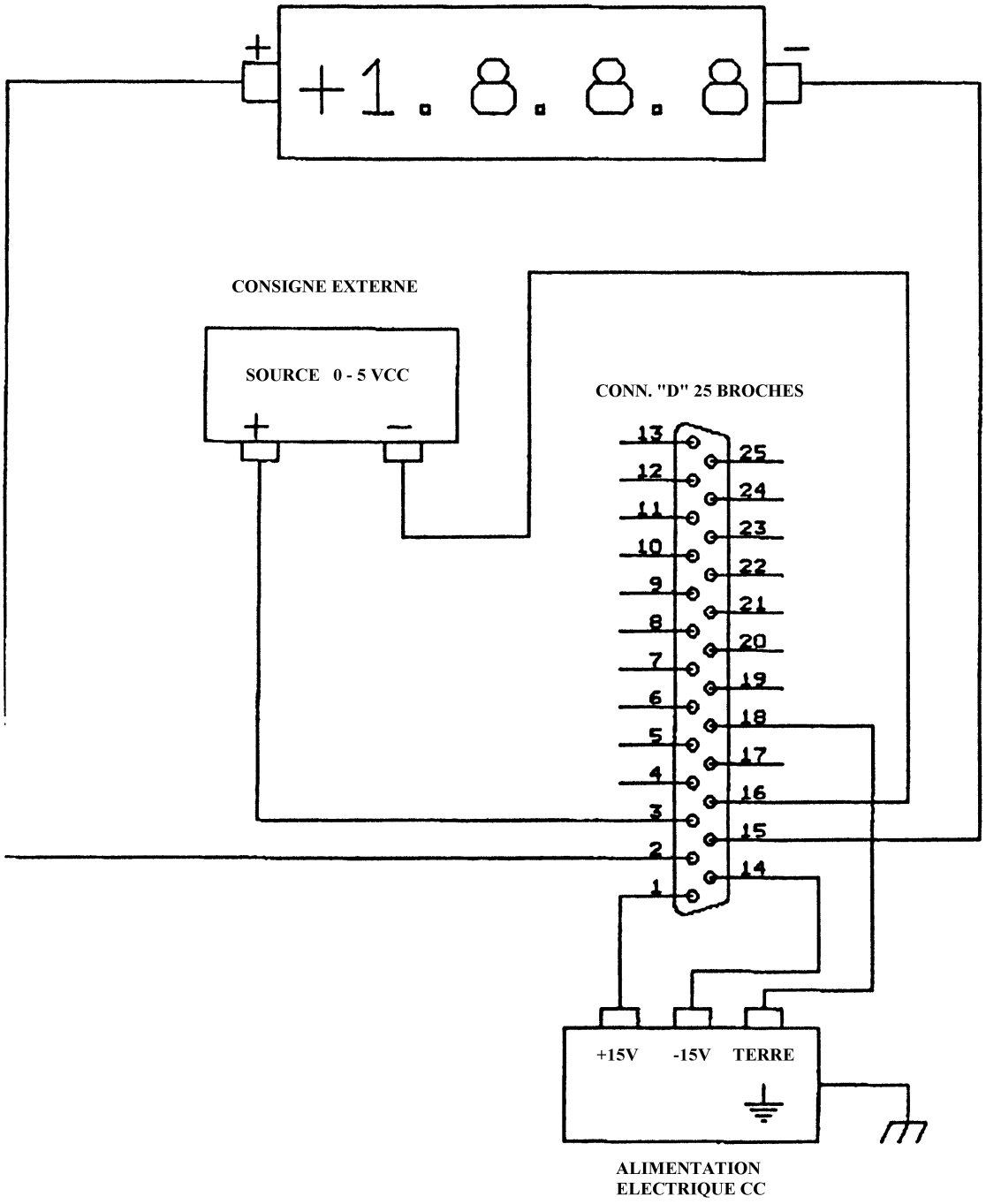

AFFICHAGE OU DMM
+1.8.8.8
CONSIGNE EXTERNE
SOURCE 0 - 5 VCC
CONN. "D" 25 BROCHES
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14
+15V -15V TERRE
ALIMENTATION
ELECTRIQUE CC

Figure **b-1**. Diagramme de câblage des débitmètres DFC.

1 Courant d’entrée +15 Vcc
2 Sortie de débit 0-5 Vcc (option 4-20 mA)
3 Entrée de consigne 0-5 Vcc (option 4-20 mA)
4 Commande d'ouverture forcée de la vanne
5 Commande de fermeture forcée de la vanne
6 (réservée)
7 (réservée)
8 Relais n° 1 - contact commun
9 Relais n° 1 - contact normalement ouvert
10 Relais n° 2 - contact normalement fermé
11 RS485 (-) (TX RS232 optionnel)
12 (non connectée)
13 Châssis, terre
14 Courant d’entrée -15 Vcc
15 Ligne commune, prise de terre de la broche 2
16 Ligne commune, prise de terre de la broche 3
17 Commun RS232 (optionnel)
18 Commune, alimentation électrique
19 Commun
20 Commun
21 Relais n° 1 - contact normalement fermé
22 Relais n° 2 - contact commun
23 Relais n° 2 - contact normalement ouvert
24 RS485 (+) (TX RS232 optionnel)
25 Retour de broche 2 (4-20 mA optionnel uniquement)

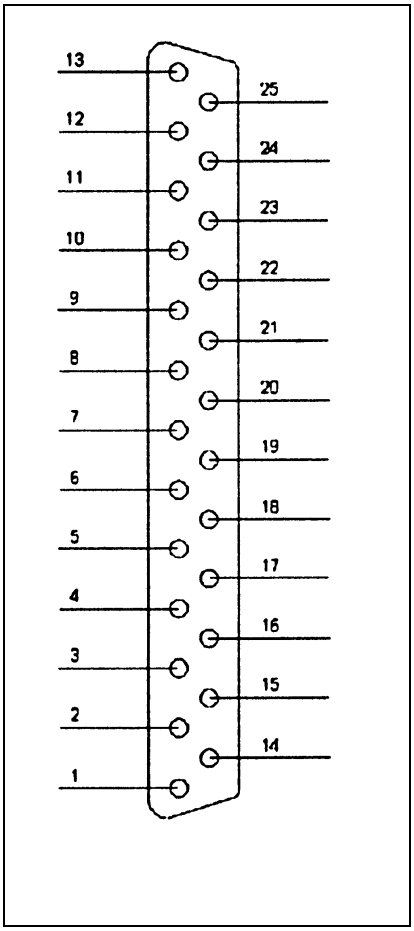


Figure **b-2**. Configuration du connecteur "D" à 25 broches du DFC

Remarques importantes :

Généralement, les schémas de numérotation des connecteurs "D" sont standardisés. Il existe cependant certains connecteurs avec des schémas non conformes, et la séquence de numérotation du connecteur de raccordement peut ou ne peut pas coïncider avec la séquence de numérotation décrite sur notre tableau de configuration des broches ci-dessus. Il est impératif de faire correspondre les câbles appropriés en accord avec la séquence correcte, sans tenir compte des numéros particuliers affichés sur le connecteur de raccordement.

S’assurer que le courant est **COUPE** (**OFF**) lors de la connexion ou de la déconnexion des câbles du système.

Les entrées de courants (+) et (-) sont protégées chacune par un fusible réarmable M (action retardée moyenne) de 500 mA. En cas de court-circuit ou d'inversion de polarité, le fusible coupe le courant arrivant au circuit du débitmètre. Déconnecter l'appareil de son alimentation électrique, éliminer la cause de la défaillance, et remettre le courant. Le fusible se réarmera lorsque l'origine de la défaillance aura été éliminée.

La longueur de câble ne doit pas dépasser 3 mètres.

L'utilisation du débitmètre DFC d'une autre façon que celle décrite dans ce manuel ou dans les documents Aalborg peut supprimer la protection délivrée par l'équipement.

(c) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le courant de gaz entrant dans le débitmètre massique est divisé en déviant une petite portion du flux à travers un tube capillaire en acier inox. Le reste du gaz passe à travers la conduite primaire. La géométrie de la conduite primaire et celle du tube du détecteur sont conçues pour assurer un flux laminaire dans chaque branche. Suivant les principes de la dynamique des fluides, les débits d'un gaz dans les deux conduites à flux laminaire sont proportionnels entre eux. Ainsi les débits mesurés dans le tube du détecteur sont directement proportionnels au débit total à travers le capteur.

Pour détecter le débit dans le tube du détecteur, un flux de chaleur est introduit en deux sections du tube du détecteur au moyen de bobines de détection et de chauffage de précision. La chaleur est transférée à travers la paroi mince du tube du détecteur vers le gaz s'écoulant à l'intérieur. Lorsqu'un flux de gaz arrive, la chaleur est transportée par le courant gazeux de la bobine en amont vers les enroulements en aval. Le différentiel de résistance dépendant de la température qui en résulte est détecté par le circuit de contrôle électronique. Le gradient mesuré au niveau des enroulements du capteur est linéairement proportionnel au débit instantané du flux passant.

Un signal de sortie qui est fonction de la quantité de chaleur transportée par les gaz est généré, et indique les débits basés sur la masse moléculaire.

Les modèles de régulateurs de débit massiques DFC sont équipés d'un microprocesseur et d'une mémoire constante qui mémorise tous les facteurs de calibrage et qui contrôle directement une électrovanne. Le système de contrôle à circuit fermé numérique du DFC compare en permanence la sortie du débit massique avec le débit sélectionné. Les déviations par rapport à la consigne sont corrigées par des ajustements de compensation de la vanne, maintenant ainsi les paramètres de débit désirés avec une précision élevée.

(d) CARACTERISTIQUES

Milieu du flux : remarquer que les régulateurs de débit massiques DFC sont conçus pour fonctionner avec des gaz propres uniquement. Ne jamais essayer de mesurer ou de réguler des débits de liquide avec un appareil DFC.

Calibrages : effectués dans des conditions standards (1,01 bar [14,7 psi] et 21,1°C [70°F]) sauf en cas de demande ou de précision différentes.

Environnement (selon IEC 664) : installation de niveau II, degré de pollution II.

d.1 Régulateurs totalisateurs de débit massiques DFC

Précision : ± 1% de la pleine échelle, y compris la linéarité pour les températures de gaz de 15°C à 25°C (59°F à 77°F) et pour les pressions de 0,7 à 4,1 bars (10 à 60 psi).

Répétabilité : ± 0,15% de la pleine échelle.

Coefficient de température : 0,1% de la pleine échelle/°C.

Coefficient de pression : 0,01% de la pleine échelle/psi (0,07 bar).

Temps de réponse :

DFC26 : 300 ms constante de temps; environ 1 seconde à ± 2% du débit réglé pour 25% à 100% de la pleine échelle de débit.

DFC36/46 : 600 ms constante de temps; environ 2 secondes à ± 2% du débit réglé pour 25% à 100% de la pleine échelle de débit.

Pression de gaz : 34,5 bars (500 psig) maximum; pression optimale de 1,4 bar (20 psig); 1,7 bar (25 psig) pour AFC46.

Pressions différentielles nécessaires : pressions différentielles de 0,35 à 3,34 bars (5 à 50 psig). Pression différentielle optimale de 1,7 bar (25 psig). Voir tableau IV pour les chutes de pression associées aux différents modèles et débits.

Températures du gaz et ambiante : 5°C à 50°C (41°F à 122°F).

Humidité relative du gaz : jusqu'à 70%.

Taux de fuite : 1×10^{-9} ml/s He maximum vers l'environnement extérieur.

Sensibilité à l'orientation : 1% de dérive pour une rotation de 90 degrés de l'horizontale à la verticale; le calibrage standard est en position horizontale.

Signaux de sortie : 0-5 Vcc linéaire (2000 Ω impédance de charge minimum); 4-20 mA optionnel (50-500 Ω résistance de boucle); 20mV de bruit maximum crête à crête.

Contacter le distributeur ou Aalborg pour les interfaces optionnelles RS232 ou IEEE488.

Signal de commande : 0-5 Vcc (200 kΩ impédance d'entrée); 4-20 mA optionnel.

Alimentation du débitmètre :

DFC : + 15 ± 5% Vcc, 450 mA max, 6,75 W max.; - 15 ± 5 % Vcc, 450 mA max, 6,75 W max.

Les alimentations sont protégées chacune par un fusible réarmable M (action retardée moyenne) de 500 mA, et d'une diode à onduleur de dérivation inverse.

Matériaux en contact avec le fluide : acier inoxydable 316, acier inoxydable 416, joints toriques Viton®; joints toriques BUNA-N®, NEOPRENE® ou KALREZ® en option.

Aalborg ne garantit ni explicitement ni implicitement la résistance à la corrosion des débitmètres en fonction des différents milieux des fluides réagissant avec les composants du débitmètre. Le client a l'entière responsabilité du choix du modèle approprié à un gaz particulier basé sur les matériaux en contact avec les fluides proposés dans les différents modèles.

Connexions d'entrée et de sortie : raccords par compression standards 1/4" (DFC 26/DFC 36) ou 3/8" (DFC 46); raccords par compression 1/8" ou 3/8" et raccords VCR® 1/4" en option.

Câble d'interface du débitmètre : le câble standard est plat avec des connecteurs "D" à 25 broches aux extrémités. Un câble blindé optionnel est disponible avec des connecteurs "D" à 25 broches mâle/femelle aux extrémités (la longueur du câble ne doit pas dépasser 3 mètres).

d.2 Conformité CE

Tout modèle DFC portant un marquage CE est en conformité avec les normes établies généralement acceptées ci-dessous.

Conformité EMC avec 89/336/EEC modifié comme suit :
Norme d'émission : EN 55011 : 1991, Groupe 1, Classe A
Norme d'immunité : EN 55082-1, 1992

VITON®, BUNA-N®, NEOPRENE® et KALREZ® sont des marques déposées de DuPont.
SWAGELOCK® et VCR® sont des marques déposées de Crawford Fitting Co.

GAMMES DE DEBIT

Tableau I : Régulateurs totalisateurs de débit massique de faible débit DFC 26 *

code	ml/min [N_2]	code	l/min [N_2]
01	0 à 10	07	0 à 1
02	0 à 20	08	0 à 2
03	0 à 50	09	0 à 5
04	0 à 100	10	0 à 10
05	0 à 200	11	0 à 15
06	0 à 500		

Tableau II : Régulateurs totalisateurs de débit massique de débit moyen DFC 36 *

code	l/min [N_2]
30	20
31	30
32	40
33	50

Tableau III : Régulateurs totalisateurs de débit massique de débit élevé DFC 46 *

code	l/min [N_2]
40	60
41	80
42	100

* Les débits sont fixés pour l'azote aux conditions Standards de Température et de Pression (c'est-à-dire 21,1°C [70°F] à 1 atm). Pour d'autres gaz, utiliser le facteur K comme multiplicateur à l'ANNEXE 2.

Tableau IV : Chutes de pression

modèle	débit [l/min]	chute de pression maximum		
		[mm H_2O]	[psid]	[mbars]
DFC 26	jusqu'à 10	720	1,06	75
	15	2630	3,87	266
DFC 36	20	1360	2,00	138
	30	2380	3,50	241
	40	3740	5,50	379
	50	5440	8,00	551
DFC 46	60	7480	11,00	758
	100	12850	18,89	1302

Tableau V : Poids approximatifs

modèle	poids	poids d'expédition
Débitmètre DFC 26	1,00 Kg (2,20 lbs)	1,68 Kg (3,70 lbs)
Débitmètres DFC 36/46	1,29 Kg (2,84 lbs)	1,97 Kg (4,34 lbs)

(e) MODE D'EMPLOI

e.1 Préparation et préchauffage

Le régulateur de débit massique est supposé avoir été correctement installé et soigneusement testé pour détecter d'éventuelles fuites comme décrit au chapitre (b). Vérifier que la source de gaz est COUPEE. Mettre le débitmètre sous tension à l'aide de l'alimentation électrique de l'utilisateur (ou mettre le commutateur d'ALIMENTATION sur la position ON [marche] sur le panneau avant du module de commande PROC). Le débitmètre ou le contrôleur de débit massique doit être préchauffé pendant un minimum de 15 minutes.

Pendant la mise sous tension initiale du débitmètre DFC, le signal de sortie de débit indique une sortie supérieure à la normale. Ceci indique que le débitmètre DFC n'a pas encore atteint sa température de fonctionnement minimale. Cette condition disparaît automatiquement après quelques minutes et le débitmètre doit afficher zéro.

ATTENTION : si la vanne est laissée en mode AUTO (contrôle) ou OPEN (ouverte) pendant une période prolongée, elle peut chauffer et même devenir chaude au toucher. Faire attention à éviter tout contact direct avec la vanne pendant le fonctionnement.

e.2 Mesures de sortie du signal de débit

La sortie de signal de débit peut être visualisée sur l'affichage de l'appareil de mesure, sur un multimètre numérique ou sur tout autre dispositif d'affichage utilisé comme indiqué sur la figure b-1.

En cas d'utilisation d'un module de commande PROC, le débit apparaît sur l'affichage sur le panneau avant. La lecture observée est une indication de 0 à 100% (les unités techniques sont optionnelles). En cas d'utilisation d'un affichage multi-canaux, s'assurer que le sélecteur de CANAL (channel) est réglé sur le bon canal.

Des signaux de sortie analogiques de 0 à 5 Vcc ou de 4 à 20 mA optionnel sont obtenus aux broches appropriées du connecteur "D" à 25 broches situé sur le côté du débitmètre DFC (voir figure b-2). Le signal de sortie de débit est également disponible au niveau du connecteur DATA (données) sur le panneau arrière du module de commande PROC.

La sortie de l'appareil de mesure est linéairement proportionnelle au débit de masse moléculaire du gaz à mesurer. La gamme de pleine échelle et le gaz pour lequel l'appareil de mesure a été calibré sont indiqués sur l'étiquette frontale de l'appareil de mesure.

Pour obtenir des informations sur les interfaces optionnelles RS485 ou RS232, contacter le distributeur ou Aalborg.

e.3 Condition de submersion

Si un flux supérieur de plus de 10% au débit maximum du régulateur de débit massique est présent, une condition connue sous le nom de "submersion" peut se produire. Les lectures d'un appareil de mesure "submergé" ne sont pas considérées comme précises ou linéaires. Le débit doit être ramené à moins de 110% de la gamme de mesure maximum. Une fois que les débits sont redescendus jusqu'à la gamme calibrée, la condition de "submersion" s'arrêtera. Un fonctionnement du débitmètre au-dessus de 110% du débit calibré maximal augmente le temps de récupération.

e.4 Signal de référence de consigne

Les régulateurs de débit DFC sont équipés d'une électrovanne intégrée et permettent à l'utilisateur de régler le débit sur n'importe quel débit dans les limites de la gamme du modèle particulier installé. Cette vanne est normalement fermée lorsque aucun courant ne lui est appliqué.

L'entrée de consigne en mode analogique répond à une tension de référence analogique de 0 à 5 Vcc ou à un courant de référence de 4-20 mA. Cette tension est une représentation linéaire de 0 à 100% de la pleine échelle du débit. Les modifications de temps de réponse à la consigne vont de 1 seconde à 2% du débit final sur 25 à 100% de la pleine échelle.

Un signal analogique de 0 à 5 Vcc peut être appliqué directement sur les connexions CONSIGNE et COMMUN du débitmètre DFC (voir figure b-1).

En cas d'utilisation d'un potentiomètre pour ajuster le signal de référence de consigne, sa valeur doit être comprise entre 5K et 100 Kohm et doit être capable d'effectuer au moins 10 tours de réglage.

e.5 Commande de vanne DESACTIVEE

Avec le temps, l'utilisateur peut désirer régler le débit et maintenir ce réglage tout en étant capable de fermer et de réouvrir la vanne de contrôle du débit. Ceci peut être fait à l'aide de la broche 5 sur le connecteur "D" à 25 broches. Lorsqu'un signal de 0 Vcc (FAIBLE) est appliqué (une connexion par l'intermédiaire d'un relais, d'un commutateur ou d'un transistor collecteur ouvert NPN est admissible), l'électrovanne n'est pas alimentée en courant et de ce fait reste normalement fermée. Inversement, lorsque la broche est déconnectée du 0 Vcc (flottante), l'électrovanne reste active.

Le moyen le plus simple d'utiliser la fonction de contrôle de VANNE DESACTIVEE est de connecter un commutateur à bascule entre les broches COMMUN et FERMETURE FORCEE DE LA VANNE du débitmètre DFC. La permutation du commutateur entre arrêt et marche permettra d'activer et de désactiver l'électrovanne.

e.6 Purge / ouverture de la vanne

Avec le temps, il peut être nécessaire de purger le système d'écoulement avec un gaz neutralisant comme de l'azote sec pur. Le débitmètre DFC est capable d'entrer en condition

d'ouverture complète de l'électrovanne, quelque soient les conditions de consigne. La connexion de la broche OUVERTURE FORCEE DE LA VANNE (broche 4 sur le connecteur "D" à 25 broches) à la terre ouvrira entièrement la vanne. Cette connexion peut être réalisée à l'aide d'un relais, d'un commutateur ou d'un transistor collecteur ouvert NPN. Inversement, lorsque la broche est déconnectée du 0 Vcc (flottante), l'électrovanne reste active (remarque : pour le matériel en mode numérique, I/O a priorité sur la commande du logiciel).

Le moyen le plus simple d'utiliser la fonction de contrôle de VANNE OUVERTE est de connecter un commutateur à bascule entre les broches COMMUN et OUVERTURE FORCEE DE LA VANNE du débitmètre DFC. La permutation du commutateur sur marche entraînera l'ouverture complète et la purge du système. La permutation du commutateur sur arrêt permettra à l'électrovanne de retourner dans son état d'activité normale.

ATTENTION : si la vanne est laissée en mode AUTO (contrôle) ou OPEN (ouverte) pendant une période prolongée, elle peut chauffer et même devenir chaude au toucher. Faire attention à éviter tout contact direct avec la vanne pendant le fonctionnement.

(f) ENTRETIEN

f.1 Introduction

Il est très important que le régulateur de débit massique soit utilisé uniquement avec des gaz propres et filtrés. Ne pas mesurer de liquides. Le détecteur RTD consistant en partie en une tubulure capillaire en acier inox, il est extrêmement sensible aux occlusions provoquées par des obstacles ou des cristallisations de gaz. Les autres passages de gaz peuvent également être facilement bouchés. De ce fait, il faut faire très attention à ne pas introduire d'obstacle potentiel au flux. Pour protéger l'appareil, un filtre de 50 microns (DFC26) ou de 60 microns (DFC36/46) est inséré dans l'admission du débitmètre. Le filtre et les passages de gaz peuvent demander un nettoyage de temps en temps comme décrit ci-dessous. Il n'y a pas d'autre entretien conseillé. Il est préférable, cependant, de maintenir l'appareil de mesure éloigné des vibrations, d'un environnement chaud ou corrosif, et de fréquences radio ou d'interférences magnétiques excessives.

Si des calibrages périodiques sont nécessaires, ils doivent être effectués par des personnes qualifiées et des appareils de mesure, comme décrit au chapitre (g). Il est conseillé de renvoyer les appareils à Aalborg pour les réparations et les calibrages.

ATTENTION : POUR PROTEGER LE PERSONNEL DU SERVICE APRES-VENTE, IL EST OBLIGATOIRE QUE LES APPAREILS RETOURNES POUR REPARATION SOIENT ENTIEREMENT NEUTRALISES ET PURGES DE TOUTE SUBSTANCE TOXIQUE, BACTERIOLOGIQUEMENT INFECTIEUSE, CORROSIVE OU RADIOACTIVE.

f.2 Nettoyage de la conduite d’écoulement

Avant de tenter de démonter l'appareil pour le nettoyer, essayer d'inspecter les conduites d'écoulement en regardant dans les extrémités d'admission et de sortie de l'appareil à la recherche de débris pouvant boucher l'écoulement dans le débitmètre. Retirer les débris si nécessaire. Si le passage n'est pas débouché, passer aux étapes suivantes.

Ne pas tenter de démonter le détecteur. Si le blocage du tube du détecteur n’est pas éliminé par l’injection de fluides nettoyants, retourner l’appareil de mesure à Aalborg pour réparation.

f.2.1 Elément de Séparation de Flux (ESF)

L’élément de séparation de flux (ESF) est un séparateur de flux de précision présent dans le débitmètre qui divise le flux de gaz admis d'une quantité préréglée entre le tube du détecteur et l'écoulement principal. L’ESF particulier utilisé dans un régulateur de débit massique donné dépend du gaz et de la gamme de débit de l’appareil.

f.2.2 Modèles DFC 26

Dévisser le raccord par compression à l’entrée de l’appareil de mesure. Noter que l’élément de séparation de flux (ESF) est connecté au raccord par compression d’entrée.

Démonter avec précaution l’ESF de la connexion d’entrée. Le filtre de 50 microns est à présent visible. Pousser le filtre hors du raccord d’entrée. Si nécessaire, nettoyer ou remplacer chacune des pièces retirées. En cas d'utilisation d'alcool pour le nettoyage, laisser sécher.

Inspecter la conduite d'écoulement dans le débitmètre à la recherche d'éventuels contaminants. Si nécessaire, rincer la conduite avec de l'alcool. Sécher soigneusement les conduites d'écoulement en y faisant passer du gaz propre et sec.

Réinstaller avec précaution l'ESF et le raccord d'admission en évitant de tordre ou de déformer l’ESF. Vérifier l'absence de poussière au niveau du joint.

Remarque : trop serrer déformerait l’ESF et le rendrait défectueux.

Nous conseillons de vérifier au moins un point de calibrage après avoir réinstallé le raccord d'admission - voir paragraphe (g).

f.2.2 Modèles DFC 36/46

Dévisser les quatre vis à tête à six pans (deux 10-24 et deux 6-32) du côté admission du débitmètre. Cela permet de libérer le petit bloc carré contenant le raccord d'admission par compression.

Le filtre de 60 microns est à présent visible. Pousser le filtre. NE PAS retirer l'ESF présent à l'intérieur du débitmètre! Si nécessaire, nettoyer ou remplacer chacune des pièces retirées. En cas d'utilisation d'alcool pour le nettoyage, laisser sécher.

Inspecter la conduite d'écoulement dans le débitmètre à la recherche d'éventuels contaminants. Si nécessaire, rincer la conduite avec de l'alcool. Sécher soigneusement les conduites d'écoulement en y faisant passer du gaz propre et sec.

Réinstaller avec précaution le raccord d'admission et le filtre. Vérifier l'absence de poussière au niveau du joint.

Nous conseillons de vérifier au moins un point de calibrage après avoir réinstallé le raccord d'admission - voir paragraphe (g).

f.2.4 Entretien de la vanne (DFC)

L'électrovanne est constituée d'acier inoxydable 316 et 416 et de joints toriques et de joints VITON® (ou NEOPRENE® ou KALREZ® en option). Cette vanne ne nécessite aucun entretien régulier à l'exception d'un nettoyage périodique.

Différents gaz corrosifs peuvent nécessiter un remplacement plus fréquent des joints VITON® et des joints à l'intérieur de la vanne. S'assurer de bien utiliser une matière élastomère appropriée à l'application de gaz particulière. Contacter le distributeur ou Aalborg pour obtenir des informations sur les matériaux optionnels d'étanchéité.

Mettre le DFC en mode de PURGE et essayer de le rincer avec un gaz neutre propre et filtré comme de l'azote (une autre option d'ouverture complète de la vanne consiste à retirer le capuchon plastique du dessus de la vanne et à tourner la vis de réglage dans le sens anti-horaire jusqu'à ce qu'elle s'arrête. Voir le paragraphe g.4 pour le réglage de la vanne pour revenir à une utilisation fonctionnelle de la vanne).

(g) PROCEDURES DE CALIBRAGE

⚠ Remarque : l'enlèvement des scellées de calibrage installées en usine et/ou tout réglage effectué sur le débitmètre, comme décrit dans ce chapitre, annule toute garantie de calibrage applicable.

g.1 Calibrage du débit

Le laboratoire de calibrage de débit de Aalborg Instruments offre un calibrage professionnel des débitmètres et régulateurs de débit massique à l’aide de calibreurs de précision dans des conditions strictement contrôlées. Des calibrages traçables NIST sont disponibles. Les calibrages peuvent également être effectués sur site par le client à l’aide de standards disponibles.

Les calibrages d'usine sont effectués avec des calibreurs volumétriques de précision traçables NIST incorporant des actionneurs sans friction scellés pour fluides.

Les calibrages sont généralement effectués à l'aide d'azote gazeux. Les calibrages peuvent ensuite être ajustés aux gaz appropriés désirés en se basant sur les facteurs de correction relatifs [K] montrés dans le tableau de facteur de gaz - voir annexe 2. Un gaz de référence

autre que l'azote peut être utilisé pour s'approcher plus près des caractéristiques du flux de certains gaz. Cette pratique est conseillée quand un gaz de référence montre des propriétés thermodynamiques similaires au gaz réel en considération. Le facteur de correction relatif approprié doit alors être recalculé - voir chapitre (i).

Il est d'usage courant de calibrer les débitmètres/régulateurs massiques avec de l'azote sec à 21,1°C (70°F) à des pressions d'entrée de 1,4 bar (20 psig) (1,7 bar [25 psig] pour le DFC46) et de 0 bar à la sortie. Il est préférable de calibrer les débitmètres DFC dans les conditions de fonctionnement réelles. Des calibrages spécifiques de gaz non toxiques et non corrosifs sont disponibles à des conditions spécifiques. Contacter le distributeur ou Aalborg pour un devis.

Il est conseillé d'utiliser un calibreur de débit d'au moins quatre fois la précision du régulateur de débit massique à calibrer. L'équipement nécessaire au calibrage comprend un étalon de calibrage de débit et un multimètre de sensibilité élevée certifié (qui devront avoir ensemble une précision collective de ± 0,25% ou mieux), un tournevis isolé (plastique), un régulateur de débit (par exemple une vanne à pointeau de mesure) installé en amont du régulateur de débit massique et une source de pression régulée d'azote gazeux sec filtré (ou d'un autre gaz de référence convenable).

Le gaz et la température ambiante, ainsi que les conditions de pression d'admission et de sortie, doivent être réglés en fonction des conditions de fonctionnement réelles.

g.2 Calibrage des régulateurs de débit massique DFC

Tous les réglages des calibrages des DFC et les ajustements des circuits de régulation sont effectués à l'aide de l'interface RS485 (ou RS232 optionnelle) en association avec le logiciel de paramétrage et de calibrage disponible auprès d'Aalborg. Le zéro du capteur est ajusté automatiquement de façon interne chaque fois que la vanne de régulation est entièrement fermée (consigne inférieure à 2% de la pleine échelle) et que l'appareil est préchauffé.

Les débitmètres DFC peuvent être calibrés/vérifiés sur site à l'aide du programme de paramétrage et de calibrage pour la même gamme que celle pour laquelle ils ont été calibrés en usine à l'origine. Les modifications de gamme de débit peuvent nécessiter un élément de séparation de flux (ESF) différent. De plus, une embouchure d'électrovanne différente peut également être nécessaire pour le régulateur de débit DFC (voir tableau VI). Consulter son distributeur ou Aalborg pour obtenir de plus amples informations.

Tableau VI Tableau de sélection de l'embouchure d'électrovanne

Référence de l'embouchure	**Débit [N_2]**
OR.010	moins de 10 ml/mn
OR.020	10 à 1000 ml/mn
OR.040	1 à 5 l/mn
OR.055	5 à 10 l/mn
OR.063	10 à 15 l/mn
OR.073	15 à 20 l/mn
OR.094	20 à 50 l/mn
OR.125	50 à 100 l/mn

(h) DETECTION DES PANNES

h.1 Conditions courantes

Ce régulateur de débit massique a été minutieusement vérifié avec de nombreux points de contrôle de qualité pendant et après les étapes de fabrication et de montage. Il a été calibré conformément aux conditions de débit et de pression désirées par le client pour un gaz ou un mélange de gaz donné.

Il a été soigneusement emballé pour éviter tout dommage pendant le transport. Si l'appareil semble ne pas fonctionner correctement, vérifier d'abord les conditions courantes suivantes :

Les câbles ont-ils tous été connectés correctement ?

Y a-t-il des fuites dans l'installation ?

L'alimentation électrique est-elle correctement sélectionnée en fonction des besoins ? Lorsque plusieurs appareils de mesure sont utilisés, une alimentation électrique avec un rendement en courant approprié doit être sélectionnée.

Les broches de sortie du connecteur sont-elles correctement ajustées ? Lors d'un échange avec un équipement d'un autre fabricant, les câbles et les connecteurs doivent être soigneusement reliés pour obtenir une configuration correcte des broches.

Le différentiel de pression à travers l'appareil est-il suffisant ?

h.2 Guide de détection des pannes

Problème	**Raison probable**	**Remède**
Pas de lecture ou de sortie.	Alimentation électrique coupée.	Vérifier la connexion de l'alimentation électrique.
	Fusible fondu (DFC).	Déconnecter le capteur DFC de l'alimentation électrique; éliminer les causes du court-circuit ou vérifier les polarités; les fusibles se réarment automatiquement.
	Fusible fondu. (PROC).	Déconnecter le câble électrique de l'alimentation en CA; retirer et vérifier les fusibles au connecteur d'entrée du CA du PROC; les remplacer si nécessaire. **ELIMINER LA CAUSE DU COURT-CIRCUIT !**

Problème	Raison probable	Remède
	Filtre obstrué à l'entrée.	Rincer pour nettoyer ou démonter pour retirer les obstacles, ou remplacer.
	Tube du détecteur bouché.	Rincer pour nettoyer ou démonter pour retirer les obstacles, ou retourner à l'usine pour remplacement.
	Carte de circuit imprimé défectueuse.	Retourner à l'usine pour remplacement.
	Mauvais réglage de la vanne.	Réajuster la vanne (paragraphe g.4).
La sortie affiche uniquement une saturation (+) ou (-).	Fusible fondu (DFC).	Déconnecter le capteur DFC de l'alimentation électrique; éliminer les causes du court-circuit ou vérifier les polarités; les fusibles se réarment automatiquement. **ELIMINER LA CAUSE DU COURT-CIRCUIT !**
La lecture du flux ne coïncide pas avec la consigne (modèles DFC uniquement).	Pression de gaz inadéquate.	Appliquer une pression de gaz adéquate.
	Filtre obstrué à l'entrée.	Rincer pour nettoyer ou démonter pour retirer les obstacles, ou remplacer.
	Circuit de masse.	Les lignes communes du signal et de l'alimentation électrique sont différentes.
Pas de réponse à la consigne (modèles DFC uniquement).	Pression de gaz inadéquate.	Appliquer une pression de gaz adéquate.
	Câble ou connecteurs défectueux.	Vérifier les câbles et toutes les connexions ou les remplacer.
	La consigne est trop basse (<2% de la pleine échelle).	Réajuster la consigne.
	Mauvais réglage de la vanne.	Réajuster la vanne (paragraphe g.4).

Problème	Raison probable	Remède
Lecture du zéro instable ou absente.	Fuite de gaz.	Localiser et corriger.
	Carte de circuit imprimé défectueuse.	Retourner à l'usine pour remplacement.
Sortie en pleine échelle en condition "sans flux" ou avec la vanne fermée.	Détecteur défectueux.	Retourner à l'usine pour remplacement.
	Fuite de gaz.	Localiser et corriger.
Calibrage coupé.	Le gaz mesuré n'est pas le même que celui pour lequel l'appareil de mesure est calibré.	Utiliser le calibrage correspondant.
	La composition du gaz a changé.	Voir les tableaux de facteurs K à l'ANNEXE 2.
	Fuite de gaz.	Localiser et corriger.
	Carte de circuit imprimé défectueuse.	Retourner à l'usine pour remplacement.
	ESF encrassé.	Rincer pour nettoyer ou démonter pour retirer les obstacles.
	Tube du détecteur bouché.	Rincer pour nettoyer ou démonter pour retirer les obstacles, ou retourner à l'usine pour remplacement.
	Filtre obstrué à l'entrée.	Rincer pour nettoyer ou démonter pour retirer les obstacles, ou remplacer.
	Le détecteur n'est pas monté correctement.	Vérifier l'absence de toute inclinaison ou de changement dans le montage du détecteur; généralement, les détecteurs sont calibrés pour une installation horizontale (par rapport au tube du détecteur).
La vanne du DFC ne fonctionne pas en position ouverte.	Ajustement de la vanne incorrect.	Réajuster la vanne (paragraphe g.4).
	Carte de circuit imprimé défectueuse.	Retourner à l'usine pour remplacement.
	Câble ou connecteurs défectueux.	Vérifier le câble et les connecteurs ou les remplacer.

Problème	Raison probable	Remède
	Différentiel de pression trop élevé.	Diminuer la pression pour corriger le niveau.
	Pression d'entrée insuffisante.	Ajuster en conséquence.
La vanne du DFC ne fonctionne pas en position fermée.	Ajustement de la vanne incorrect.	Réajuster la vanne (paragraphe g.4).
	Carte de circuit imprimé défectueuse	Retourner à l'usine pour remplacement.
	Câble ou connecteurs défectueux.	Vérifier le câble et les connecteurs ou les remplacer.
	Embouchure obstruée.	Démonter pour retirer les obstacles, ou retourner à l'usine.

Pour obtenir de meilleurs résultats, il est conseillé de retourner les appareils de mesure à l'usine pour la maintenance. Se reporter au paragraphe a.3 pour les procédures de retour.

(i) CONVERSIONS DE CALIBRAGE POUR LES GAZ DE REFERENCE

La conversion de calibrage incorpore le facteur K. Le facteur K est dérivé de la densité du gaz et du coefficient de chaleur spécifique. Pour les gaz diatomiques :

$$K_{gaz} = \frac{1}{d \times C_p}$$

où d = densité du gaz (gramme/litre)
C_p = coefficient de chaleur spécifique (calorie/gramme)

Remarquer dans l'équation ci-dessus que d et C_p sont habituellement choisis aux conditions standards de une atmosphère et 25°C.

Si la gamme de débit d'un débitmètre ou contrôleur de débit massique demeure constante, un facteur K relatif est utilisé pour établir un rapport entre le calibrage du gaz réel et celui du gaz de référence.

$$K = \frac{Q_a}{Q_r} = \frac{K_a}{K_r}$$

où Q_a = débit massique d'un gaz réel (ml/mn)
Q_r = débit massique d'un gaz de référence (ml/mn)
K_a = facteur K d'un gaz réel
K_r = facteur K d'un gaz de référence

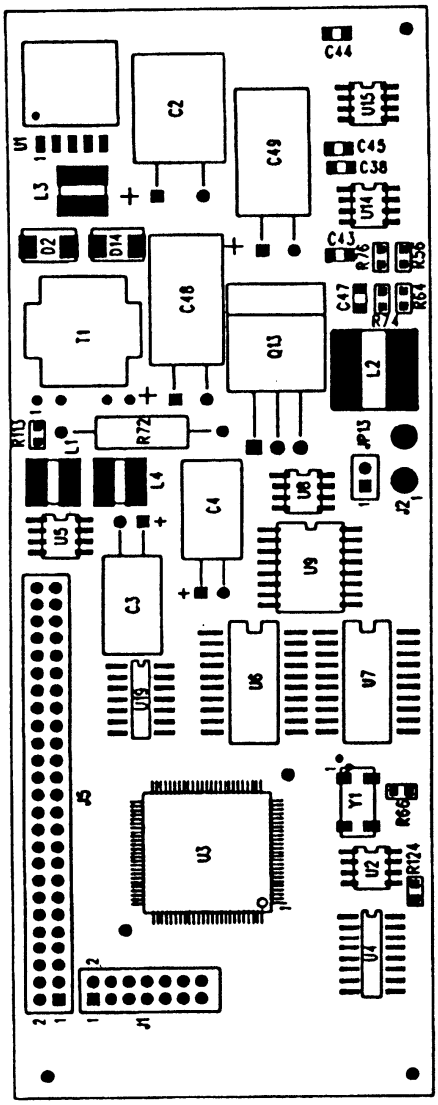
Par exemple, pour connaître le débit de l'oxygène et pour calibrer avec de l'azote à 1000 ML/MN, le débit d'oxygène est :

$$Q_{O_2} = Q_a = Q_r \times K = 1000 \times 0{,}9926 = 992{,}6 \ sccm$$

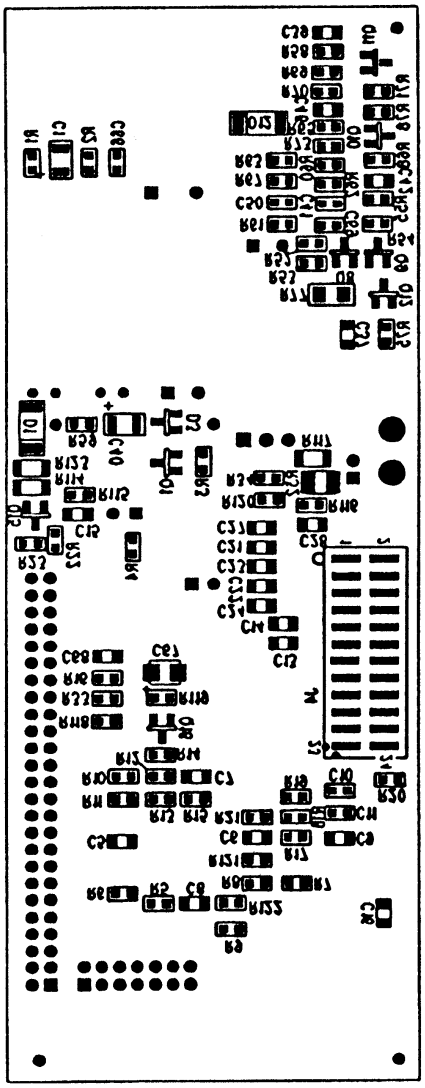
où K = facteur K relatif par rapport au gaz de référence (oxygène par rapport à l'azote)
sccm = ml/mn

ANNEXE 1

DIAGRAMMES DES COMPOSANTS



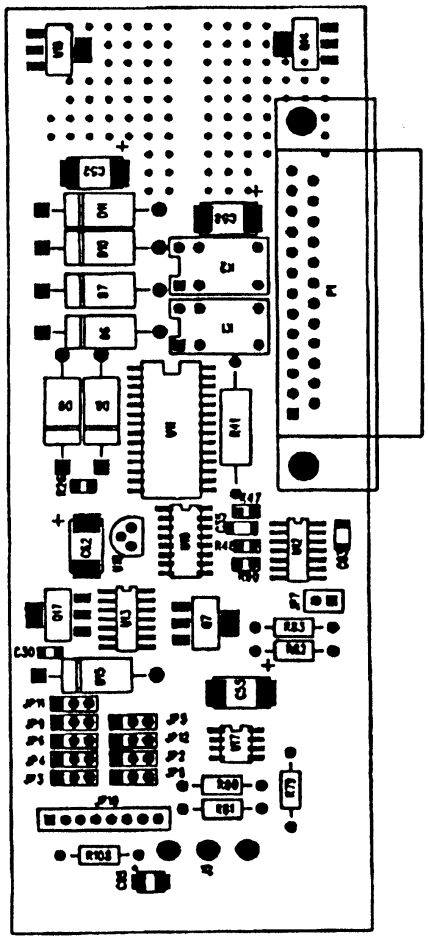
Carte de circuit intégré du DFC numérique
(côté composants)



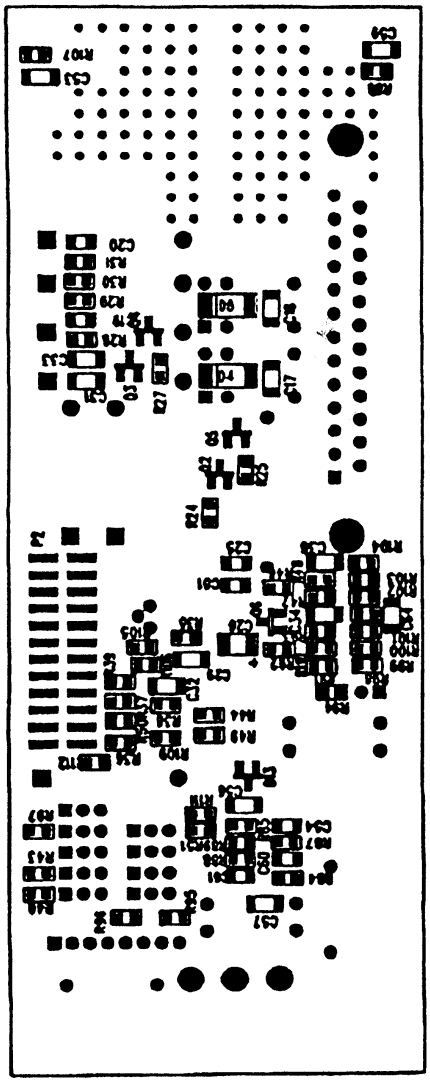
Carte de circuit intégré du DFC numérique
(côté soudures)

ANNEXE 1

(SUITE)



Carte de circuit intégré du DFC analogique
(côté composants)



Carte de circuit intégré du DFC analogique
(côté soudures)

ANNEXE 2

TABLEAU DES FACTEUR DE GAZ (FACTEURS "K")

Actual Gas	K Factor Relative to N_2	Cp [Cal / g]	Density [g / l]
Acetylene C_2H_2	.5829	.4036	1.162
Air	1.0000	.240	1.293
Allene (Propadiene) C_3H_4	.4346	.352	1.787
Ammonia NH_3	.7310	.492	.760
Argon Ar	1.4573	.1244	1.782
Arsine AsH_3	.6735	.1167	3.478
Boron Trichloride BCl_3	.4089	.1279	5.227
Boron Triflouride BF_3	.5082	.1778	3.025
Bromine Br_2	.8083	.0539	7.130
Boron Tribromide Br_3	.38	.0647	11.18
Bromine Pentaflouride BrF_5	.26	.1369	7.803
Bromine Triflouride BrF_3	.3855	.1161	6.108
Bromotrifluoromethane (Freon-13 B1) $CBrF_3$	.3697	.1113	6.644
1,3-Butadiene C_4H_6	.3224	.3514	2.413
Butane C_4H_{10}	.2631	.4007	2.593
1-Butane C_4H_8	.2994	.3648	2.503
2-Butane C_4H_8 CIS	.324	.336	2.503
2-Butane C_4H_8 TRANS	.291	.374	2.503
Carbon Dioxide CO_2	.7382	.2016	1.964
Carbon Disulfide CS_2	.6026	.1428	3.397
Carbon Monoxide C_O	1.00	.2488	1.250
Carbon Tetrachloride CCl_4	.31	.1655	6.860
Carbon Tetraflouride (Freon-14) CF_4	.42	.1654	3.926
Carbonyl Flouride COF_2	.5428	.1710	2.945
Carbonyl Sulfide COS	.6606	.1651	2.680
Chlorine Cl_2	.86	.114	3.163
Chlorine Trifluoride ClF_3	.4016	.1650	4.125
Chlorodifluoromethane (Freon-22) $CHClF_2$	.4589	.1544	3.858
Chloroform $CHCl_3$	.3912	.1309	5.326
Chloropentafluoroethane (Freon-115) C_2ClF_5	.2418	.164	6.892
Chlorotrifluromethane (Freon-13) $CClF_3$	.3834	.153	4.660
Cyanogen C_2N_2	.61	.2613	2.322
Cyanogen Chloride ClCN	.6130	.1739	2.742

Actual Gas	K Factor Relative to N_2	Cp [Cal / g]	Density [g / l]
Cyclopropane C_3H_5	.4584	.3177	1.877
Deuterium D_2	1.00	1.722	1.799
Diborane B_2H_6	.4357	.508	1.235
Dibromodifluoromethane CBr_2F_2	.1947	.15	9.362
Dichlorodifluoromethane (Freon-12) CCl_2F_2	.3538	.1432	5.395
Dichlofluoromethane (Freon-21) $CHCl_2F$	.4252	.140	4.592
Dichloromethylsilane $(CH_3)_2SiCl_2$	.2522	.1882	5.758
Dichlorosilane SiH_2Cl_2	.4044	.150	4.506
Dichlorotetrafluoroethane (Freon-114) $C_2Cl_2F_4$	.2235	.1604	7.626
1,1-Difluoroethylene (Freon-1132A) $C_2H_2F_2$	.4271	.224	2.857
Dimethylamine $(CH_3)_2NH$	.3714	.366	2.011
Dimethyl Ether $(CH_3)_2O$	.3896	.3414	2.055
2,2-Dimethylpropane C_5H_{12}	.2170	.3914	3.219
Ethane C_2H_6	.50	.420	1.342
Ethanol C_2H_6O	.3918	.3395	2.055
Ethyl Acetylene C_4H_6	.3225	.3513	2.413
Ethyl Chloride C_2H_5Cl	.3891	.244	2.879
Ethylene C_2H_4	.60	.365	1.251
Ethylene Oxide C_2H_4O	.5191	.268	1.965
Fluorine F_2	.9784	.1873	1.695
Fluoroform (Freon-23) CHF_3	.4967	.176	3.127
Freon-11 CCl_3F	.3287	.1357	6.129
Freon-12 CCl_2F_2	.3538	.1432	5.395
Freon-13 $CClF_3$	.3834	.153	4.660
Freon-13B1 $CBrF_3$	.3697	.1113	6.644
Freon-14 CF_4	.4210	.1654	3.926
Freon-21 $CHCl_2F$	.4252	.140	4.592
Freon-22 $CHClF_2$	.4589	.1544	3.858
Freon-113 CCl_2FCClF_2	.2031	.161	8.360
Freon-114 $C_2Cl_2F_4$	.2240	.160	7.626
Freon-115 C_2ClF_5	.2418	.164	6.892
Freon-C318 C_4F_8	.1760	.185	8.397
Germane GeH_4	.5696	.1404	3.418
Germanium Tetrachloride $GeCl_4$	.2668	.1071	9.565
Helium He	1.454	1.241	.1786
Hexafluoroethane C_2F_6 (Freon-116)	.2421	.1834	6.157

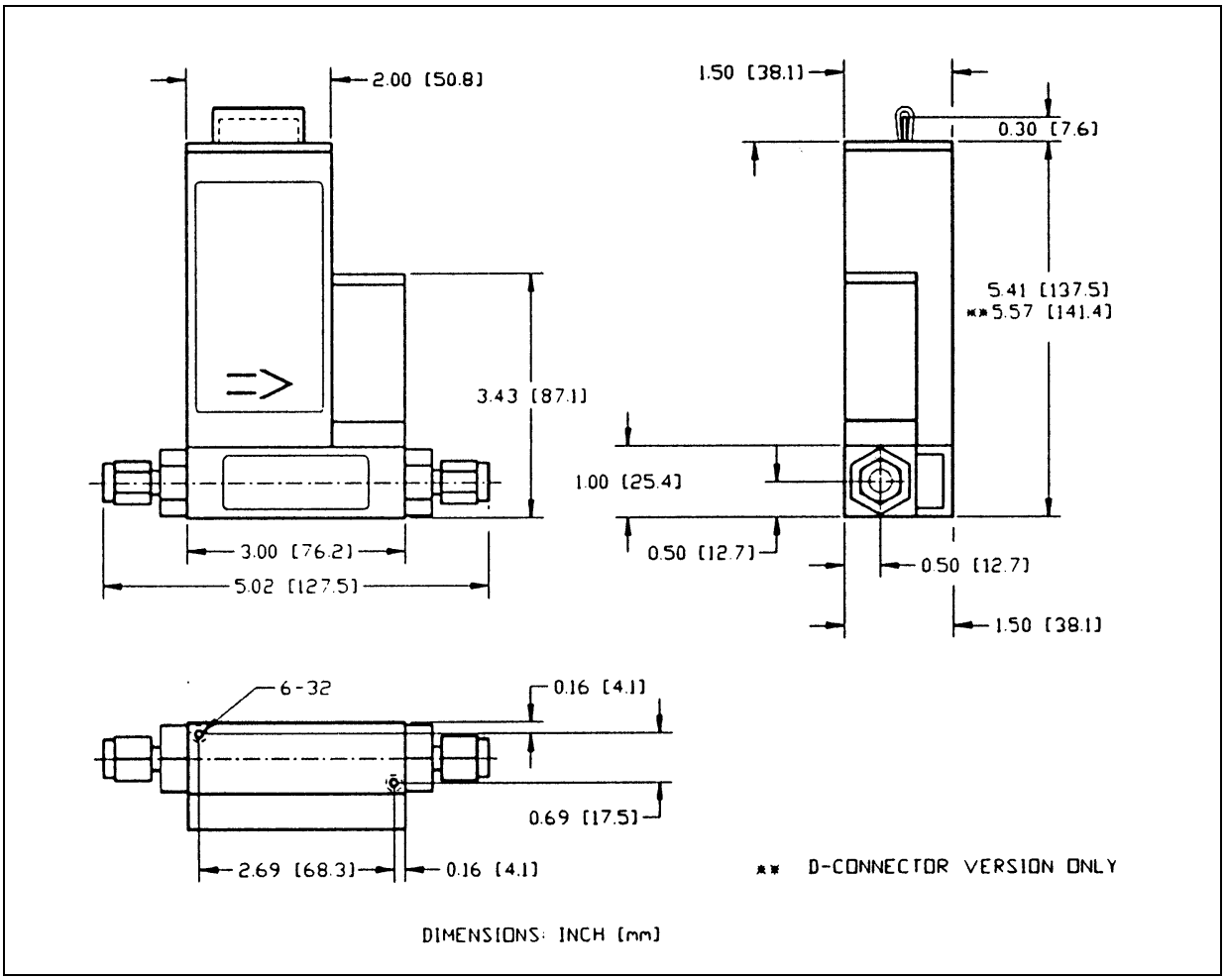
Actual Gas	K Factor Relative to N_2	Cp [Cal / g]	Density [g / l]
Hexane C_6H_{14}	.1792	.3968	3.845
Hydrogen H_2	1.0106	3.419	.0899
Hydrogen Bromide HBr	1.000	.0861	3.610
Hydrogen Chloride HCl	1.000	.1912	1.627
Hydrogen Cyanide HCN	1.070	.3171	1.206
Hydrogen Fluoride HF	.9998	.3479	.893
Hydrogen Iodide HI	.9987	.0545	5.707
Hydrogen Selenide H_2Se	.7893	.1025	3.613
Hydrogen Sulfide H_2S	.80	.2397	1.520
Iodine Pentafluoride IF_5	.2492	.1108	9.90
Isobutane $CH(CH_3)_3$	.27	.3872	3.593
Isobutylene C_4H_6	.2951	.3701	2.503
Krypton Kr	1.453	.0593	3.739
Methane CH_4	.7175	.5328	.715
Methanol CH_3	.5843	.3274	1.429
Methyl Acetylene C_3H_4	.4313	.3547	1.787
Methyl Bromide CH_2Br	.5835	.1106	4.236
Methyl Chloride CH_3Cl	.6299	.1926	2.253
Methyl Fluoride CH_3F	.68	.3221	1.518
Methyl Mercaptan CH_3SH	.5180	.2459	2.146
Methyl Trichlorosilane $(CH_3)SiCl_3$	.2499	.164	6.669
Molybdenum Hexafluoride MoF_6	.2126	.1373	9.366
Monoethylamine $C_2H_5NH_2$	.3512	.387	2.011
Monomethylamine CH_3NH_2	.51	.4343	1.386
Neon NE	1.46	.246	.900
Nitric Oxide NO	.990	.2328	1.339
Nitrogen N_2	1.000	.2485	1.25
Nitrogen Dioxide NO_2	.737	.1933	2.052
Nitrogen Trifluoride NF_3	.4802	.1797	3.168
Nitrosyl Chloride NOCl	.6134	.1632	2.920
Nitrous Oxide N_2O	.7128	.2088	1.964
Octafluorocyclobutane (Freon-C318) C_4F_6	.176	.185	8.397
Oxygen O_2	.9926	.2193	1.427
Oxygen Difluoride OF_2	.6337	.1917	2.406
Ozone	.446	.195	2.144
Pentaborane B_5H_9	.2554	.38	2.816

Actual Gas	K Factor Relative to N_2	Cp [Cal / g]	Density [g / l]
Pentane C_5H_{12}	.2134	.398	3.219
Perchloryl Fluoride ClO_3F	.3950	.1514	4.571
Perfluoropropane C_3F_8	.174	.197	8.388
Phosgene $COCl_2$	.4438	.1394	4.418
Phosphine PH_3	1.070	.2374	1.517
Phosphorous Oxychloride $POCl_3$	.36	.1324	6.843
Phosphorous Pentafluoride PH_5	.3021	.1610	5.620
Phosphorous Trichloride PCl_3	.30	.1250	6.127
Propane C_3H_8	.35	.399	1.967
Propylene C_3H_6	.40	.366	1.877
Silane SiH_4	.5982	.3189	1.433
Silicon Tetrachloride $SiCl_4$	.284	.1270	7.580
Silicon Tetrafluoride SiF_4	.3482	.1691	4.643
Sulfur Dioxide SO_2	.69	.1488	2.858
Sulfur Hexafluoride SF_6	.2635	.1592	6.516
Sulfuryl Fluoride SO_2F_2	.3883	.1543	4.562
Tetrafluoroethane (Forane 134A) CF_3CH_2F	.5096	.127	4.224
Tetrafluorohydrazine N_2F_4	.3237	.182	4.64
Trichlorofluoromethane (Freon-11) CCl_3F	.3287	.1357	6.129
Trichlorosilane $SiHCl_3$	.3278	.1380	6.043
1,1,2-Trichloro-1,2,2 Trifluoroethane (Freon-113) CCl_2FCClF_2	.2031	.161	8.36
Triisobutyl Aluminum $(C_4H_9)AL$	.0608	.508	8.848
Titanium Tetrachloride $TiCl_4$	.2691	.120	8.465
Trichloro Ethylene C_2HCl_3	.32	.163	5.95
Trimethylamine $(CH_3)_3N$	.2792	.3710	2.639
Tungsten Hexafluoride WF_6	.2541	.0810	13.28
Uranium Hexafluoride UF_6	.1961	.0888	15.70
Vinyl Bromide CH_2CHBr	.4616	.1241	4.772
Vinyl Chloride CH_2CHCl	.48	.12054	2.788
Xenon Xe	1.44	.0378	5.858

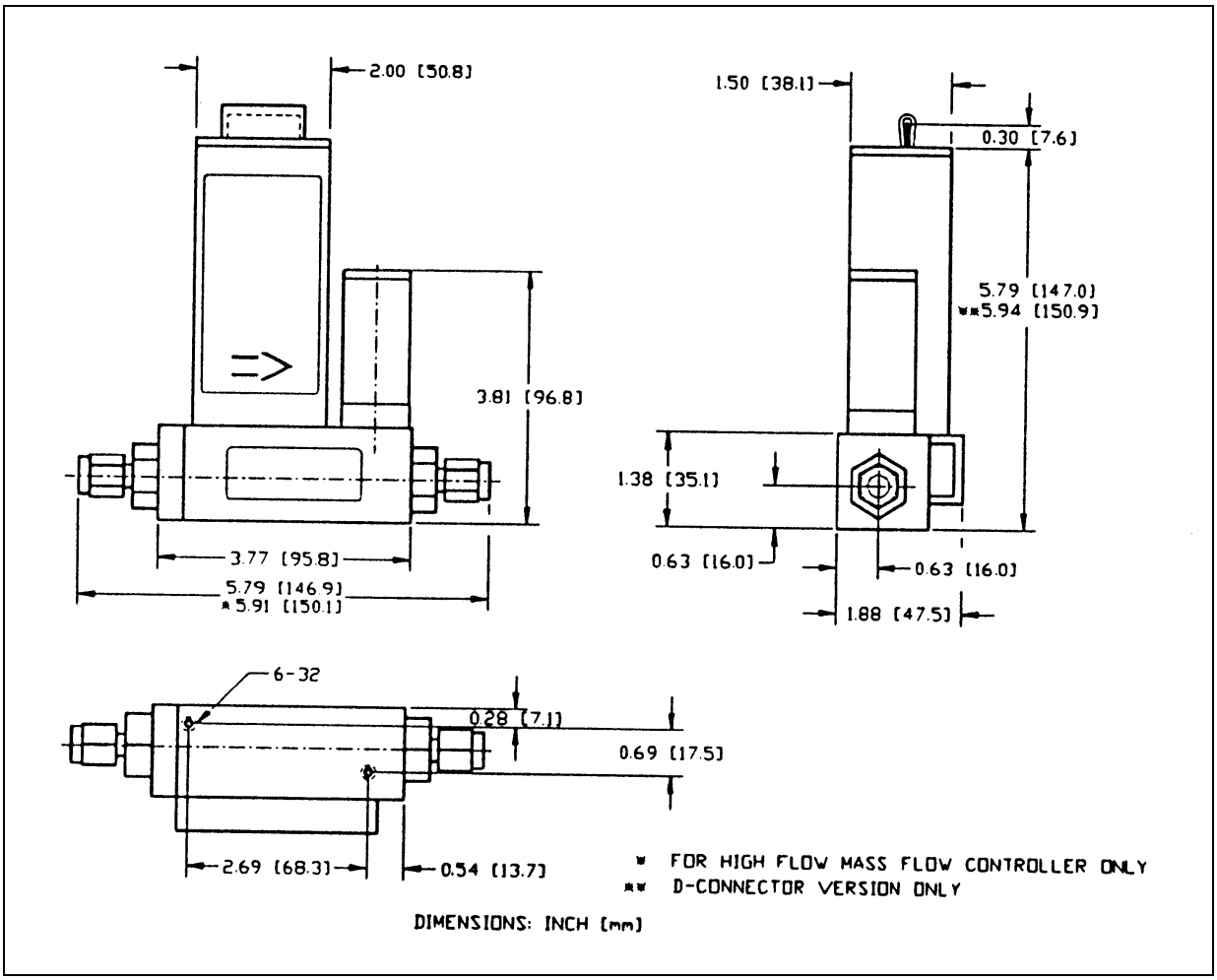
ANNEXE 3

DESSINS DIMENSIONNELS

Débitmètre massique DFC 26



REMARQUES : Aalborg se réserve le droit de changer sans préavis la conception et les dimensions n'importe quand et à sa seule discrétion. Pour avoir les dimensions certifiées, contacter Aalborg.



Débitmètres massiques DFC 36/46

REMARQUES : Aalborg se réserve le droit de changer sans préavis la conception et les dimensions n'importe quand et à sa seule discrétion. Pour avoir les dimensions certifiées, contacter Aalborg.

NOTES